

COPY OF PCT/DE 2004/002194 AS FILED 4 OCT. 2004

Bauteil, Oxidationsschutzbeschichtung für ein solches Bauteil  
und Herstellverfahren

Die Erfindung betrifft ein Bauteil, insbesondere ein Bauteil einer Gasturbine. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Oxidationsschutzbeschichtung für ein solches Bauteil und ein Verfahren zur Herstellung desselben.

Die EP 0 784 104 B1 betrifft eine Superlegierung auf Nickelbasis mit optimierter Platin-Aluminium-Beschichtung. So ist in diesem Stand der Technik ein Gegenstand mit einem Platin-Aluminium-Oberflächenbereich offenbart, wobei ein Substrat eine Substratzusammensetzung auf Nickelbasis und eine Substratoberfläche aufweist, wobei in die Substratoberfläche zuerst Platin und darauffolgend Aluminium eindiffundiert wird und wobei hierdurch ein Substratbereich bereitgestellt wird, der einen integrierten Aluminiumgehalt von 18 bis 24 Gew.-%, einen integrierten Platiningehalt von 18 bis 45 Gew.-% sowie im Rest Komponenten der Substrat-Massenzusammensetzung aufweist. Der so gebildete Substratbereich bildet eine Schutzschicht für das Substrat. Gemäß der EP 0 784 104 B1 werden die integrierten Werte von Aluminium und Platin durch eine Integrationsmethode ermittelt, wobei der Platiningehalt sowie der Aluminiumgehalt über den Abstand von der äußeren Substratoberfläche integriert wird. Eine untere Integrationsgrenze liegt bei ca. 2-3 µm unterhalb der Substratoberfläche. Eine obere Integrationsgrenze wird durch den Abstand von der Substratoberfläche bestimmt, bei welchem der in Gew.-% gemessene Aluminiumgehalt ausgehend von größeren Werten auf einen Betrag von 18 Gew.-% gesunken ist. Diese obere Integrationsgrenze wird sowohl für die Ermittlung des integrierten Aluminiumanteils als auch für die Ermittlung des integrierten Platinanteils verwendet. Im Sinne dieses Standes der Technik erfolgt die Bereitstellung des Platin-Aluminium-Oberflächenbereichs durch zwei hintereinander durchgeführte Diffusionsprozesse. Durch das separate Alitieren ist die Herstellung eines solchen als Schutzschicht wirkenden Oberflächenbereichs zeitaufwändig und teuer.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, ein neuartiges Bauteil mit einem Substratbereich, eine neuartige Oxidationsschutzbeschichtung und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Bauteils vorzuschlagen.

USPS EXPRESS MAIL  
EV 636 851 955 US  
APR 28 2006

Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass das eingangs genannte Bauteil durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist.

Erfindungsgemäß weist das Bauteil eine Substratzusammensetzung auf Nickelbasis mit einem Aluminiumanteil von größer als 4,5 Gew.-% auf. In die Substratoberfläche des Bauteils ist zur Bildung des Substratoberflächenbereichs ausschließlich mindestens ein Metall der Platingruppe eindiffundiert.

Der hier vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass ein als Oxidationsschutz dienender Substratoberflächenbereich bei einem Bauteil, dessen Substratzusammensetzung auf Nickelbasis oder Nickellegierungsbasis einen Aluminiumanteil von mindestens 4,5 Gew.-% aufweist, dadurch bereitgestellt werden kann, dass ausschließlich mindestens ein Metall der Platingruppe, vorzugsweise ausschließlich Platin, in die Substratoberfläche des Bauteils eindiffundiert wird. Ein derartiger Substratbereich an der Oberfläche des Bauteils verfügt über eine gute Oxidationsbeständigkeit, und derselbe ist kostengünstiger herstellbar als aus dem Stand der Technik bekannte Substratbereiche, bei denen ein separater Alitierprozess nach dem Eindiffundieren des Platins erforderlich ist.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist in die Substratoberfläche des Bauteils zur Bildung des Substratbereichs ausschließlich Platin eindiffundiert, wobei der integrierte Anteil an Platin (Pt) in dem Substratbereich zwischen 5 und 40 Gew.-%, vorzugsweise zwischen 5 und 30 Gew.-%, beträgt, und wobei der Anteil an Aluminium (Al) in dem Substratbereich durch die Substratzusammensetzung des Bauteils bestimmt ist.

Weitere selbstständig schutzfähige Gegenstände, wie eine erfindungsgemäße Beschichtung und ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen sind in den unabhängigen Patentansprüchen 11 und 19 definiert.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1: ein erfindungsgemäß ausgebildetes Bauteil.

Nachfolgend wird die hier vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 1 in größerem Detail beschrieben. Fig. 1 zeigt eine Schaufel 10 einer Gasturbine, nämlich eines Flugtriebwerks. Die Schaufel 10 verfügt über ein Schaufelblatt 11 sowie über einen Schaufelfuß 12. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die gesamte Schaufel 10, also sowohl das Schaufelblatt 11 als auch der Schaufelfuß 12, im Bereich einer Oberfläche 13 der Schaufel 10 zur Bereitstellung eines Oxidationsschutzes beschichtet.

Die Schaufel 10 bildet ein Substrat für die Beschichtung zur Bildung des Oxidationsschutzes an der Oberfläche 13 der Schaufel 10. Die Oberfläche 13 des als Schaufel 10 ausgebildeten Substrats wird demnach auch als Substratoberfläche bezeichnet. Die Schaufel 10 verfügt über eine Massezusammensetzung bzw. Substratzusammensetzung auf Nickelbasis.

Es liegt nun im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, auf ein Substrat mit einer Substratzusammensetzung auf Nickelbasis mit einem Aluminiumanteil von größer als 4,5 Gew.-% eine Oxidationsschutzbeschichtung dadurch aufzubringen, dass in die Substratoberfläche ausschließlich mindestens ein Metall der Platingruppe, vorzugsweise Platin und/oder Palladium, eindiffundiert wird. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ausschließlich Platin in die Substratoberfläche der Schaufel 10 eindiffundiert.

Wie bereits erwähnt, verfügt die Schaufel 10 über eine Substratzusammensetzung auf Nickelbasis mit einem Aluminiumanteil von größer als 4,5 Gew.-%. Die Substratzusammensetzung auf Nickelbasis weist einen Aluminiumanteil von maximal 10 Gew.-% auf.

Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird das Platin derart in die Substratoberfläche 13 der Schaufel 10 eindiffundiert, dass der integrierte Anteil an Platin in dem sich ausbildenden Platin-Aluminium-Substratbereich zwischen 5 und 40 Gew.-%, vorzugsweise zwischen 5 und 30 Gew.-%, besonders bevorzugt zwischen 5 und 17,99 Gew.-% beträgt. Der Anteil an Aluminium und der übrigen Komponenten wird durch die Massezusammensetzung der Schaufel 10 bzw. die Substratzusammensetzung bestimmt.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird demnach vorgeschlagen, eine Oxidationsschutzbeschichtung für ein Bauteil einer Gasturbine mit einer Substratzusammensetzung auf Nickelbasis dadurch herzustellen, dass ausschließlich Platin und/oder Palladium, vorzugsweise ausschließlich Platin, in die Substratoberfläche des Bauteils eindiffundiert wird. Auf den nach dem Stand der Technik erforderlichen Alitierprozess kann verzichtet werden. Es kann eine gute Oxidationsbeständigkeit bereitgestellt werden.

Bei den oben angegebenen Platinanteilen im Substratbereich handelt es sich um integrierte Anteile. Die integrierten Anteile werden durch eine Integrationsmethode ermittelt. Bei dieser Integrationsmethode wird eine Integration über den Abstand  $d$  von der äußeren Substratoberfläche vorgenommen, wobei der Platinanteil vom Abstand bzw. von der Tiefe relativ zu der äußeren Substratoberfläche abhängig ist. Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird die untere Integrationsgrenze entweder durch die Substratoberfläche selbst gebildet oder durch einen Punkt unmittelbar unterhalb der Substratoberfläche. In dem Fall, in dem die untere Integrationsgrenze durch die Substratoberfläche selbst gebildet wird, beträgt  $x_{\min} = 0 \mu\text{m}$ ; in dem Fall, in dem die untere Integrationsgrenze durch einen Punkt unmittelbar unterhalb der Substratoberfläche gebildet wird, beträgt  $x_{\min}$  vorzugsweise  $5 \mu\text{m}$ . Eine obere Integrationsgrenze  $x_{\max}$  wird durch den Abstand bzw. durch die Tiefe bezüglich der Substratoberfläche gebildet, bei welcher der Anteil an Platin auf 5 Gew.-% gesunken ist und unter diesem Wert verbleibt. Der Wert des Integrals wird dann noch durch die Differenz zwischen der oberen Integrationsgrenze  $x_{\max}$  und der unteren Integrationsgrenze  $x_{\min}$  dividiert, so dass dann für die Ermittlung des integrierten Platinanteils  $I_{\text{Pt-int}}$  gilt:

$$I_{Pt-int} = \frac{1}{x_{max} - x_{min}} * \int_{x_{min}}^{x_{max}} I_{Pt}(x) dx$$

wobei:

$I_{Pt-int}$	=	integrierter Anteil an Platin
$I_{Pt}(x)$	=	Anteil an Platin als Funktion von x
x	=	Abstand bzw. Tiefe von der äußeren Substratoberfläche
$x_{min}$	=	untere Integrationsgrenze
$x_{max}$	=	obere Integrationsgrenze

Zur Herstellung eines Bauteils mit einer solchen Oxidationsschutzschicht wird so vorgegangen, dass in einem ersten Schritt ein entsprechendes Bauteil mit einer Substratoberfläche und einer Substratzusammensetzung bereitgestellt wird, wobei die Substratzusammensetzung auf Nickelbasis einen Aluminiumanteil von mindestens 4,5 Gew.-% aufweist. In eine Substratoberfläche dieses Bauteils wird dann ausschließlich mindestens ein Metall der Platingruppe eindiffundiert. Im Sinne der Erfindung wird vorzugsweise Platin und/oder Palladium in die Substratoberfläche eindiffundiert, wobei das Eindiffundieren von ausschließlich Platin in die Substratoberfläche bevorzugt ist. Das Eindiffundieren von Platin erfolgt in Schlickertechnik. Demnach wird ein entsprechender Platin-Schlickerwerkstoff auf die Oberfläche des Substrats aufgetragen und anschließend ausgehärtet.

## Patentansprüche

1. Bauteil mit einem Substratbereich als Oxidationsschutzschicht, insbesondere Bauteil einer Gasturbine, mit einer Substratoberfläche (13) und einer Substratzusammensetzung des Bauteils (10), und mit einem im Bereich der Substratoberfläche (13) des Bauteils durch Eindiffundieren mindestens eines Metalls ausgebildeten Substratbereich, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (10) eine Substratzusammensetzung auf Nickelbasis mit einem Aluminiumanteil von größer als 4,5 Gew.-% aufweist, und dass in die Substratoberfläche (13) des Bauteils (10) zur Bildung des Substratbereichs ausschließlich mindestens ein Metall der Platingruppe eindiffundiert ist.
2. Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Substratoberfläche (13) des Bauteils (10) zur Bildung des Substratbereichs Platin und/oder Palladium eindiffundiert ist.
3. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Substratoberfläche (13) des Bauteils (10) zur Bildung des Substratbereichs ausschließlich Platin eindiffundiert ist.
4. Bauteil nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der integrierte Anteil an Platin (Pt) in dem Substratbereich zwischen 5 und 40 Gew.-% beträgt.
5. Bauteil nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der integrierte Anteil an Platin (Pt) in dem Substratbereich zwischen 5 und 30 Gew.-% beträgt.
6. Bauteil nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der integrierte Anteil an Platin in dem Substratbereich zwischen 5 und 17,99 Gew.-% beträgt.

7. Bauteil nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil an Aluminium in dem Substratbereich durch die Substratzusammensetzung bestimmt ist.
8. Bauteil nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (10) eine Substratzusammensetzung auf Nickelbasis mit einem Aluminiumanteil von maximal 10 Gew.-% aufweist.
9. Bauteil nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (10) als Gasturbinenbauteil, insbesondere als Bauteil eines Flugtriebwerks, ausgebildet ist.
10. Bauteil nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (10) als Schaufel einer Gasturbine, insbesondere eines Flugtriebwerks, ausgebildet ist.
11. Oxidationsschutzbeschichtung für ein Bauteil, insbesondere ein Gasturbinenbauteil, wobei das Bauteil (10) eine Substratzusammensetzung aufweist, und wobei die Beschichtung durch Eindiffundieren mindestens eines Metalls in eine Substratoberfläche (13) des Bauteils (10) gebildet ist und hierdurch einen Substratbereich des Bauteils bildet, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (10) eine Substratzusammensetzung auf Nickelbasis mit einem Aluminiumanteil von größer als 4,5 Gew.-% aufweist, und dass in die Substratoberfläche (13) des Bauteils (10) zur Bildung des Substratbereichs ausschließlich mindestens ein Metall der Platingruppe eindiffundiert ist.
12. Beschichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Substratoberfläche (13) des Bauteils (10) zur Bildung des Substratbereichs Platin und/oder Palladium eindiffundiert ist.

13. Beschichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Substratoberfläche (13) des Bauteils (10) zur Bildung des Substratbereichs ausschließlich Platin eindiffundiert ist.
14. Beschichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der integrierte Anteil an Platin in dem Substratbereich zwischen 5 und 40 Gew.-% beträgt.
15. Beschichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der integrierte Anteil an Platin in dem Substratbereich zwischen 5 und 30 Gew.-% beträgt.
16. Beschichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der integrierte Anteil an Platin in dem Substratbereich zwischen 5 und 17,99 Gew.-% beträgt.
17. Beschichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil an Aluminium in dem Substratbereich durch die Substratzusammensetzung bestimmt ist.
18. Beschichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (10) eine Substratzusammensetzung auf Nickelbasis mit einem Aluminiumanteil von maximal 10 Gew.-% aufweist.
19. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit einem Substratbereich als Oxidationsschutzschicht, mit folgenden Schritten:
  - a) Bereitstellen eines Bauteils (10) mit einer Substratoberfläche (13) und einer Substratzusammensetzung, wobei das Bauteil (10) eine Substratzusammensetzung auf Nickelbasis mit einem Aluminiumanteil von größer als 4,5 Gew.-% aufweist,
  - b) Eindiffundieren ausschließlich mindestens eines Metalls der Platingruppe in die Substratoberfläche (13) des Bauteils (10).



20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Substratoberfläche (13) des Bauteils (10) zur Bildung des Substratbereichs Platin und/oder Palladium eindiffundiert wird.
21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Substratoberfläche (13) des Bauteils (10) zur Bildung des Substratbereichs ausschließlich Platin eindiffundiert wird.
22. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Eindiffundieren derart durchgeführt wird, dass der integrierte Anteil an Platin in dem Substratbereich zwischen 5 und 40 Gew.-%, vorzugsweise zwischen 5 und 30 Gew.-%, beträgt.
23. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Bauteil ein Gasturbinenbauteil, insbesondere eine Schaufel eines Flugtriebwerks, bereitgestellt wird.
24. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (10) eine Substratzusammensetzung auf Nickelbasis mit einem Aluminiumanteil von maximal 10 Gew.-% aufweist.

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Bauteil mit einem Substratbereich als Oxidationsschutzschicht, insbesondere ein Bauteil einer Gasturbine, mit einer Substratoberfläche und einer Substratzusammensetzung des Bauteils, und mit einem im Bereich der Substratoberfläche des Bauteils durch Eindiffundieren mindestens eines Metalls ausgebildeten Substratbereich.

Erfindungsgemäß weist das Bauteil eine Substratzusammensetzung auf Nickelbasis mit einem Aluminiumanteil von größer als 4,5 Gew.-% auf, wobei in die Substratoberfläche des Bauteils zur Bildung des Substratbereichs ausschließlich mindestens ein Metall der Platingruppe eindiffundiert ist.

USPS EXPRESS MAIL  
EV 636 851 955 US  
APR 28 2006